VẬT LIỆU KỸ THUẬT

www.themegallery.com

Chương 1. Hợp kim trên cơ sở sắt – các loại thép (10t)

1.1. Đặc điểm và phân loại

1.1.1. Phân loại và ký hiệu

1.1.2. Đặc điểm cơ tính và hóa bền thép

1.1.3. Hiệu ứng của các nguyên tố hợp kim

1.1.4. Các phương pháp xử lý nhiệt cho thép

www.themegallery.com

Giới thiệu chung

Hợp kim trên cơ sở sắt

www.themegallery.com

Giới thiệu chung

Vật liệu kim loại

Thép cacbon
Thép dụng cụ
Thép không gỉ
Thép kết cấu

Hợp kim nhôm
Magie
Titan
Đồng

www.themegallery.com

1.1.1 Phân loại và ký hiệu

- *1 Thép cacbon*
- *2. Thép hợp kim*
- *3. Tiêu chuẩn thép*

www.themegallery.com

1. Thép cacbon

Khái niệm và đặc điểm của thép C

Khái niệm: Hợp kim của Fe và C

Thành phần hóa học			
C	Mn	Si	S,P
<2,14%	< 0,8%	<0,5%	<0,05%

Ưu điểm của thép C

- ✓ Rẻ, dễ kiếm do không đòi hỏi thành phần phức tạp
- ✓ Có cơ tính phù hợp với một số trường hợp nhất định
- ✓ Có tính công nghệ tốt: dễ đúc, cán, rèn,…so với thép hợp kim.

Nhược điểm của thép C

- ➢ Độ thấm tôi thấp dẫn đến hiệu quả hóa bền bằng NL không cao
- ➢ Tính chịu nhiệt độ cao kém
- ➢ Chống ăn mòn, tính cứng nóng kém

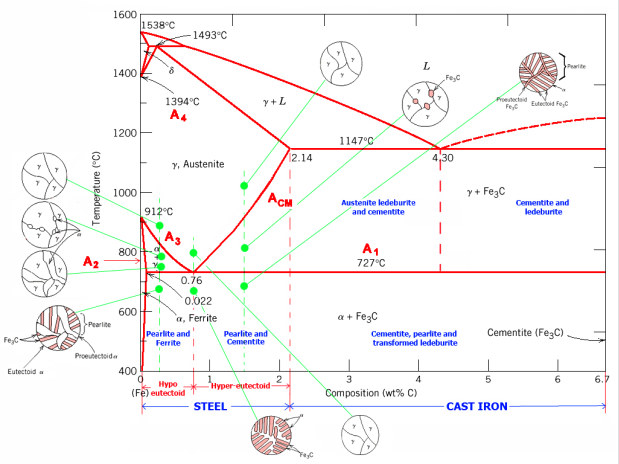
www.themegallery.com

1. Thép cacbon

Ảnh hưởng của nguyên tố C đến tổ chức và cơ tính của thép C:

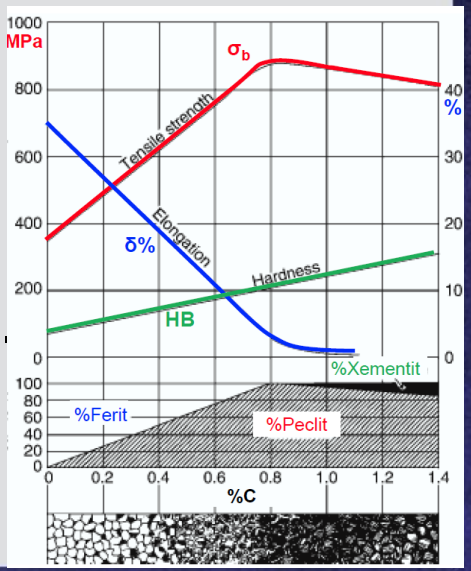
Ảnh hưởng của nguyên tố C đến tổ chức:

- %C < 0,05%:
- 0,05%< %C < 0,8%:
- %C = 0,8%:
- %C > 0,8%:



Ảnh hưởng của nguyên tố C đến cơ tính

- Tăng độ cứng khi C tăng (0,1% C tăng 25HB).
- Giảm độ dẻo khi giảm hàm lượng C.
- Độ bền đạt cực đại trong khoảng 0,8-1,0%C.



www.themegallery.com

1. Thép cacbon

Phân loại thép Cacbon:

Phân loại thép cacbon theo hàm lượng nguyên tố cacbon

Thép Cacbon cực thấp: %C < 0,01%	**Thép Cacbon thấp: %C < 0,25%**	**Thép Cacbon trung bình: %C = 0,3 – 0,6%:**	**Thép C khá cao: 0,6 – 0,7%:**	**Thép Cacbon cao: > 0,7%:**
Ứng dụng: thép vỏ ô tô.	Ứng dụng: chủ yếu dùng trong kết cấu xây dựng. Có thể sử dụng để chế tạo một số chi tiết máy sau khi hóa nhiệt luyện.	Ứng dụng: chế tạo chi tiết máy chịu tại trọng tĩnh và va đập cao VD: Bánh răng, trục trong oto…	Ứng dụng: chế tạo các chị tiết cần tính đàn hồi tốt.	Ứng dụng: chế tạo các chi tiết làm dụng cụ cắt, khuôn dập, dụng cụ đo vì có độ cứng cao, chống mài mòn tốt.

www.themegallery.com

2. Thép hợp kim

Khái niệm

Thép mà ngoài nguyên tố hợp Fe, C ra người ta còn cố ý đưa vào các nguyên tố hợp kim như: Mn, Si, Cr, Ti…với một lượng nhất định để thay đổi tổ chức và tính chất của thép theo yêu cầu sử dụng.

Thép hợp kim chứa tạp chất S, O, N thường thấp hơn so với thép cacbon thông thường.

www.themegallery.com

2. Thép hợp kim

Phân loại thép hợp kim

Theo tổ chức khi cân bằng:
- ✓ Thép trước cùng tích
- ✓ Thép sau cùng tính
- ✓ Thép cùng tích
- ✓ Thép Lê
- ✓ Thép Ferit
- ✓ Thép Austenit

Thép tổ chức khi thường hóa
- ✓ Thép họ peclit
- ✓ Thép họ máctenxit
- ✓ Thép họ Austenit

Thép theo công dụng:
- ✓ Thép HK kết cấu
- ✓ Thép HK dụng cụ
- ✓ Thép HK đặc biệt

Theo tên nguyên tố HK chính
- ✓ Thép Cr, Mn, Si
- ✓ Thép Cr-Ni, Cr-Ni-Mo

Theo tổng lượng nguyên tố HK
- ✓ Thép HK thấp: $\sum < 2,5\%$
- ✓ Thép HK TB: $2,5\% < \sum < 10\%$
- ✓ Thép HK cao: $\sum > 10\%$

2. Thép hợp kim

Phân loại thép hợp kim theo hàm lượng nguyên tố tạp chất:

%P, %S < 0,05 %: chất lượng thường

%P, %S < 0,04 %: chất lượng tốt

%P, %S < 0,03 %: chất lượng cao

%P, %S < 0,02 %: chất lượng rất cao

Phân loại theo khử oxy:

Thép lặng: khử oxy triệt để

Thép nửa sôi: dạng trung gian giữa hai loại thép

Thép sôi: thép chưa khử oxy triệt để.

3. Tiêu chuẩn thép

Thép C

Theo TC của Việt Nam (TCVN)

Theo TCVN 1756-75: thép C kết cấu chất lượng thường để làm các kết cấu xây dựng với %P (0,04-0,07%) và%S (0,05-0,06%)

Thép C thông thường

B C CT xx (n,s)

Thép sôi

Thành phần hóa học

Thành phần hóa học và cơ tính

Giới hạn bền kéo tối thiểu (kg/mm^2)

Thép nửa lặng

Ví dụ CT 38

3. Tiêu chuẩn thép

Theo TCVN 1766-75: thép C kết cấu chất lượng tốt để chế cao các chi tiết máy P,S nhỏ hơn 0,04%

C xx (A) → P,S <0,03%

XX: hàm lượng cacbon TB phần vạn

VD: C45

Theo TCVN 1822-76: thép C dụng cụ dùng để chế tạo các dụng cụ

CD xx (A)

Xx: hàm lượng cacbon TC phần vạn

VD CD120

3. Tiêu chuẩn thép

Thép HK
Theo TCVN 1759-75

xx Cr xx Ni xx…. (A)

% C theo phần vạn

Ký hiệu hóa học các nguyên tố + xx (phần trăm khối lượng)

Chất lượng thép

40 Cr	**35CrMnTi**	**90CrSi**

3. Tiêu chuẩn thép

Thép HK

TCVN 3104-79: Thép kết cấu hợp kim thấp

- Thép dùng kết cấu kim loại
- Thép dùng làm cốt bê tông

TCVN 1823-76: Thép hợp kim dụng cụ (trừ thép gió)

- Tính thấm tôi thấp
- Tính chống mài mòn cao

TCVN 2735-78: Thép chống ăn mòn và bền nóng

- Thép không gỉ 2 pha
- Thép không gỉ 1 pha

www.themegallery.com

3. Tiêu chuẩn thép

Thép chuyên dụng

TCVN 1651-85: Thép cốt bê tông cán nóng

- CI: Tròn trơn, chịu áp lực thấp
- CII:Thép có đốt
- CIII,CIV: Thép hợp kim thấp độ bền cao

Thép dễ cắt: xxS Ví dụ: 12S

Thép ổ lăn: OL Ví dụ: OL100Cr1,4

www.themegallery.com

3. Tiêu chuẩn thép

Tiêu chuẩn Nhật Bản (JIS- Japanese Industrial standard)

S **(x)** **(xx)**

Ký hiệu cho thép HK

Biểu thị loại thép hợp kim

% C trung bình phần vạn or σ_b ; σ_c

SCr - thép kết cấu Cr
SMn - thép Mn
SACM - thép Al-Cr-Mn
SUJ - thép ổ lăn
SUP - thép đàn hồi
SUH - thép bền nóng
SKH - thép gió

SNC - thép Ni-Cr
SCM - thép Cr-Mo
SNCM - thép Ni-Cr-Mo
SUM - thép dễ cắt
SUS - thép không gỉ
SK - thép DC cacbon
SKS, SKD, SKT - thép DC HK

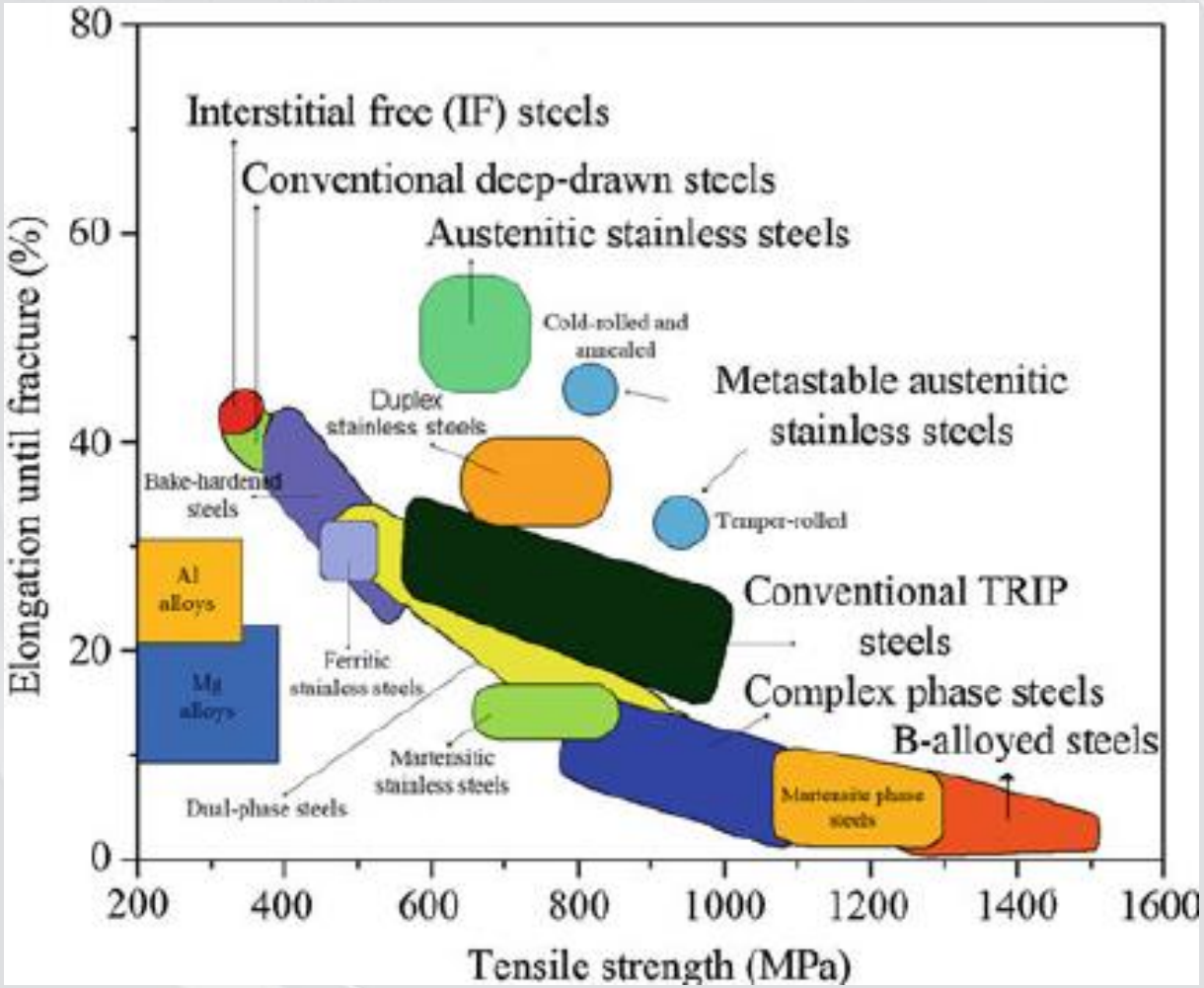
1.1.2 Đặc điểm cơ tính và hóa bền thép

1. Đặc điểm cơ tính

Đặc điểm cơ tính của thép:

- ✓ Độ bền
- ✓ Độ cứng
- ✓ Độ dẻo dai

1. Đặc điểm cơ tính



1. Đặc điểm cơ tính

Độ bền cao:

- Chi tiết làm việc trong điều kiện bình thường (**biến dạng dẻo** ở mức độ nhỏ).
- Chi tiết không cho phép biến dạng dẻo (**giới hạn chảy**).
- Chi tiết cần có tính đàn hồi (**giới hạn đàn hồi**).

www.themegallery.com

1. Đặc điểm cơ tính

Độ cứng cao:

- Các chi tiết làm việc trong **điều kiện tiếp xúc**
- Trong nhiều trường hợp **độ cứng** là yếu tố chủ yếu quyết định tuổi thọ của chi tiết.

Ví dụ: khuôn dập, dụng cụ cắt gọt.

1. Đặc điểm cơ tính

Độ dẻo dai:

- Các chi tiết làm việc dưới **tải trọng va đập** (tải trọng thay đổi đột ngột) rất dễ phát sinh nứt dẫn đến gãy, vỡ tức thời.
- Độ dẻo lớn vừa có tác dụng **nâng cao độ dai**, vừa đảm bảo khả năng biến dạng tạo hình chi tiết.

How to Strengthen Metals:

Key: prevent dislocations from moving through crystal structure!!!

www.themegallery.com

2. Hóa bền thép

- ✓ Finer grain boundries – can be done by recrystallizing (and cold working)
- ✓ Increase dislocation density via *COLD WORKING* (strain hardening)
- ✓ Add alloying elements to give – *SOLID SOLUTION HARDENING*.

www.themegallery.com

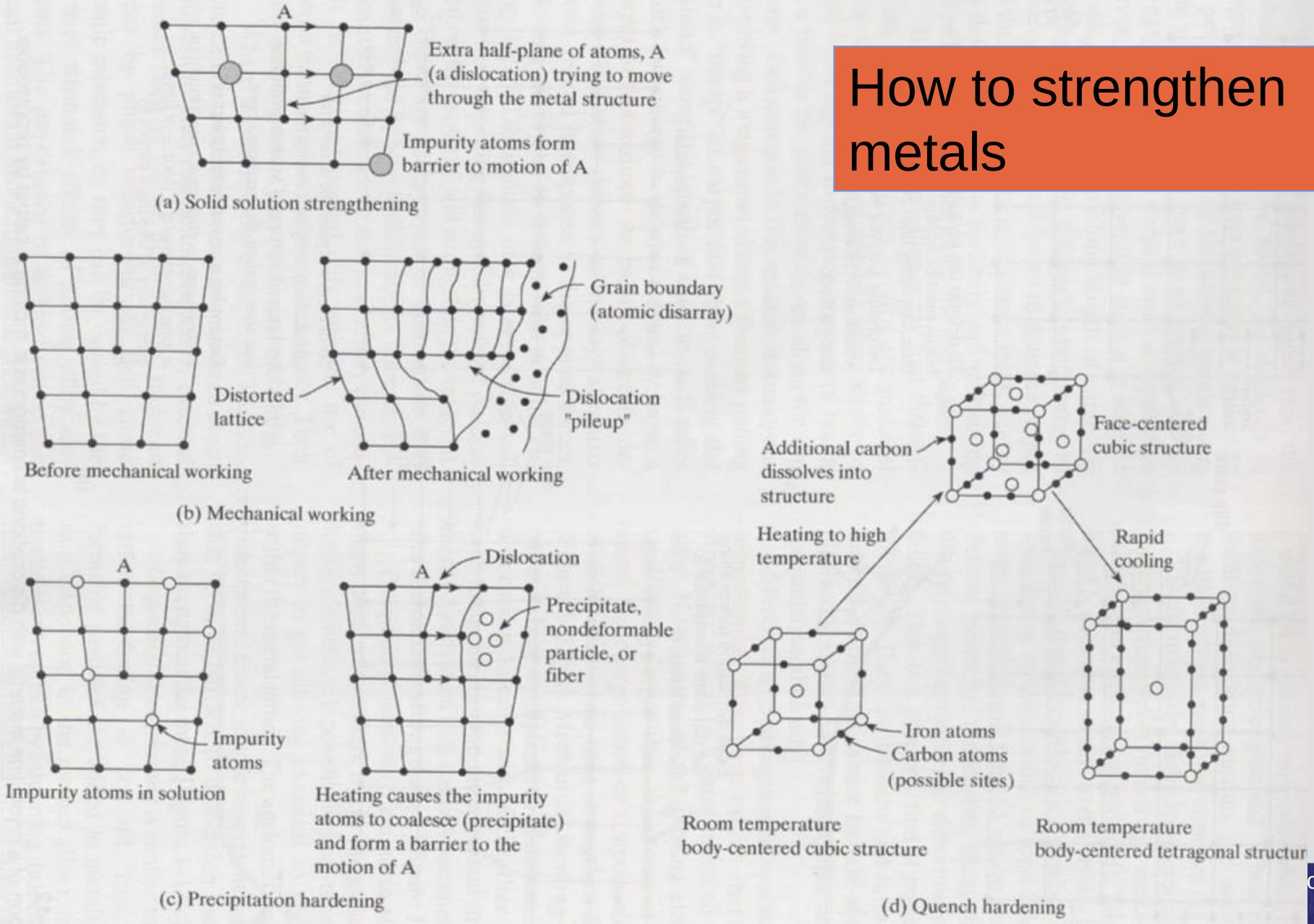
2. Hóa bền thép

- Add alloying elements to give precipitates or dispersed particles – PRECIPITATION HARDENING (Heat Treat)
- DISPERSION HARDENING– fine particles (carbon) impede dislocation movement.
  - Referred to as Quench Hardening, Austenitizing and Quench or simply “Heat Treat”.
  - Generally 3 steps: heat to austenite T, rapid quench, then temper.

www.themegallery.com

Bài tập: giải thích hóa bền kim loại

How to strengthen metals



1.1.3. Hiệu ứng của các nguyên tố hợp kim

1.1.3. Hiệu ứng của các nguyên tố hợp kim trong thép

Các hiệu ứng:

- ✓ Hóa bền dung dịch rắn ferit và austenite
- ✓ Tạo ra cacbit hợp kim
- ✓ Nâng cao độ thấm tôi
- ✓ Ảnh hưởng đến quá trình ram
- ✓ Tạo ra các tính chất đặc biệt
- ✓ Làm ảnh hưởng đến hình dạng và giản đồ pha…

www.themegallery.com

1. Hóa bền dung dịch rắn

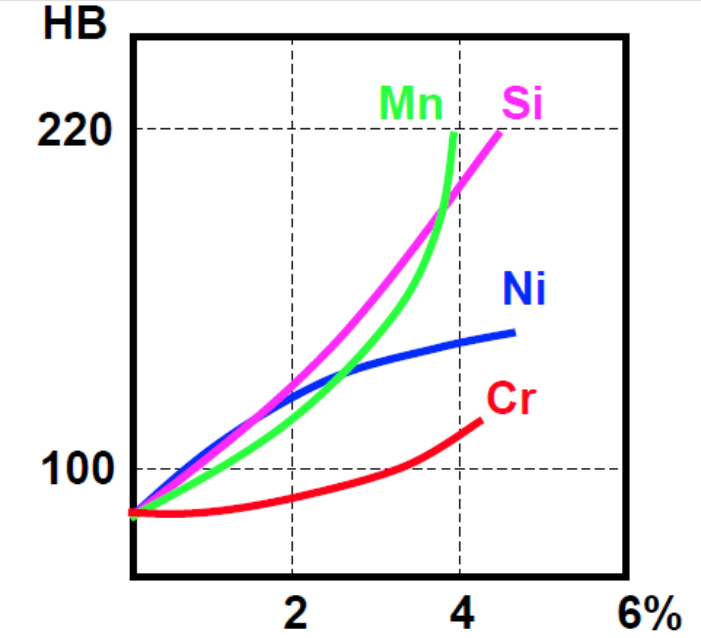
Nguyên tố hợp kim hòa tan vào dung dịch rắn:

- Hòa tan vào ferrit
- Hòa tan vào Austenit
- Tạo xô lệch mạng tinh thể

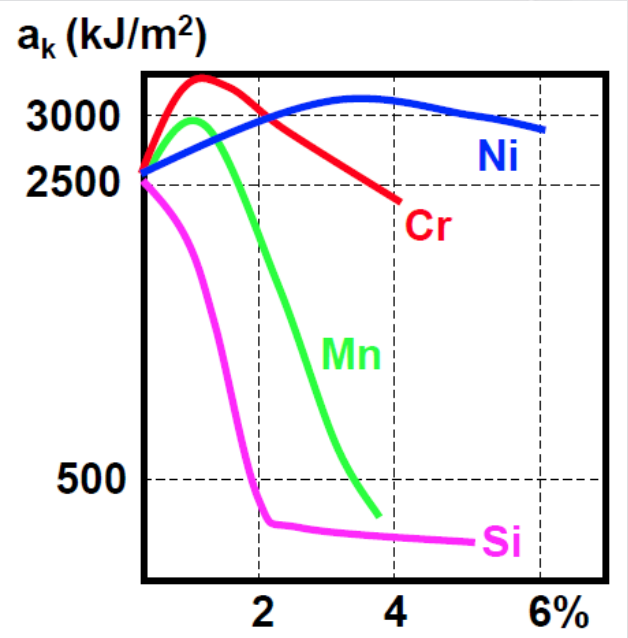
www.themegallery.com

1. Hóa bền dung dịch rắn

Tác dụng của các NTKH đến độ cứng và độ dai va đập



Ảnh hưởng hàm lượng nguyên tố hợp kim đến độ cứng của thép



Ảnh hưởng hàm lượng nguyên tố hợp kim đến độ dai va đập của thép

2. Tạo cacbit hợp kim

Tạo thành cacbit hợp kim

- Các nguyên tố có khả năng tạo thành pha cacbit hợp kim. Mn, Cr, Mo, W, Ti…

Fe Mn Cr Mo W V Ti Zr Nb

Tạo cacbit trung bình — Tạo cacbit khá mạnh — Tạo cacbit rất mạnh

- Một số nguyên tố Si, Co, Ni, Si, Al không tạo cacbit

2. Tạo cacbit hợp kim

Các loại cacbit

- Xementit HK: $(Fe, Me)_3C$: Mn, Cr, Mo,W chứa it NTHK (1-2%, nguyên tố tạo CB trung bình và khá mạnh)
- Cacbit kiểu mạng phức tạp: Cr_7C_3, $Cr_{23}C_6$, Mn_3C- >10% Cr hoặc Mn
- Cacbit kiểm Me_6C: Cr, W, Mo,Fe- chứa Cr; W hoặc Mo (mạng phức tạp)
- Cacbit kiểu mạng đơn giản MeC (Me_2C): V, Ti, Zr, Nb-NTHK tạo cacbit mạnh

www.themegallery.com

2. Tạo cacbit hợp kim

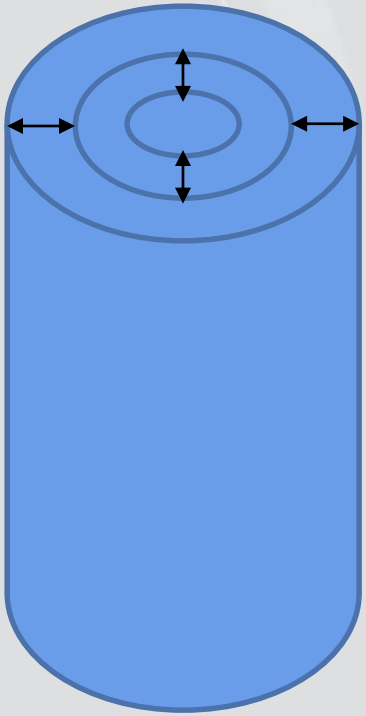
Đặc điểm của cacbit:

- ✓ Nâng cao độ cứng, tính chống mài mòn
- ✓ Giữ hạt nhỏ khi nung
- ✓ Mactenxit giữ độ cứng ở nhiệt độ cao hơn so với thép cacbon thông thường
- ✓ TiC không hòa tan khi nung, không kết tụ khi ram

www.themegallery.com

3. Độ thấm tôi

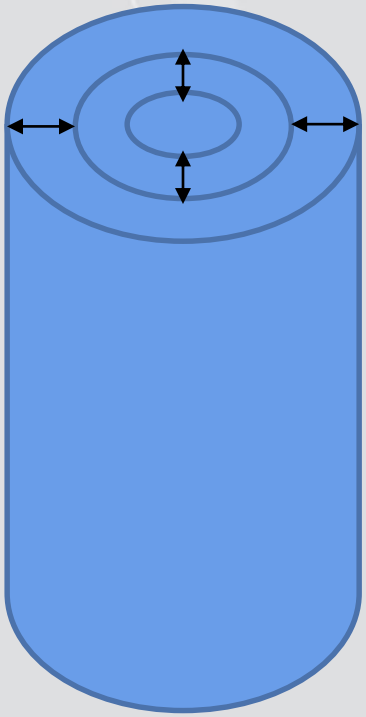
- Đây là đặc tính công nghệ quan trọng trong vật liệu.
- Tiết diện của chi tiết sẽ nhận được tổ chức khác nhau, do đó cơ tính khác nhau.



3. Độ thấm tôi

Độ thấm tôi:

- ✓ Từ bề mặt đến một chiều sâu nhất định của chi tiết có tổ chức là M.
- ✓ Vào trong sâu hơn là Trooxxit hoặc là Xoocbit
- ✓ Độ thâm tôi thể hiện khả năng hóa bền của thép khi tôi nhờ có chuyển biết tổ chức M.



www.themegallery.com

3. Độ thấm tôi

Ý nghĩa của độ thấm tôi

Do tác dụng của các nguyên tố hợp kim làm giảm tốc độ tới hạn

Có thể làm nguội chậm hơn khi tôi (như tôi trong dầu hoặc dầu nóng, trong không khí)

Tổ chức Mactenxit và giảm thiểu cong vênh.

www.themegallery.com

3. Độ thấm tôi

Ý nghĩa của độ thấm tôi

Thép hợp kim

Chi tiết mỏng
Hình dạng phức tạp

Giảm hiện tượng nứt

Các chi tiết dày

Nguội chậm vẫn nhận được M.

3. Độ thấm tôi

Ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến độ thấm tôi

- ✓ Thép C thông thường có độ thấm tôi nhỏ (Nguội trong nước lạnh mới có thể tạo M hoàn toàn)
- ✓ Thép gió có độ thấm tôi lớn (Nguội trong không khí cũng có thể tạo M hoàn toàn)
- ✓ Độ thấm tôi quyết định bởi tổng số nguyên tố hợp kim

www.themegallery.com

3. Độ thấm tôi

Ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến độ thấm tôi

- ✓ Hầu hết các nguyên tố hợp kim hạ thấp điểm bắt đầu và kết thúc chuyển biết M.
- ✓ Điểm Ms, Mf càng thấp. Sau tôi lượng Austenit dư càng nhiều.

www.themegallery.com

4. Ảnh hưởng đến giản đồ pha

Ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến vị trí của đường TTT

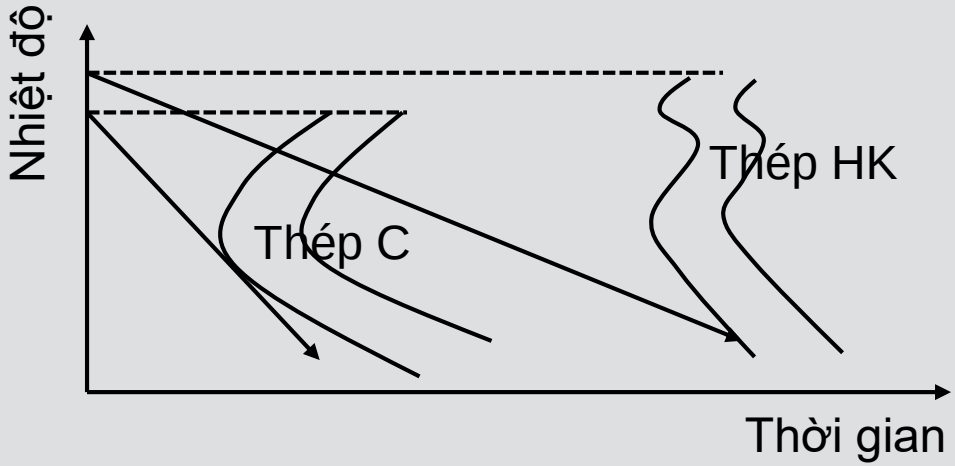
Tất cả các nguyên tố hợp kim thông thường có tác dụng dịch chuyển đường TTT sang phải (giảm tốc độ tới hạn)

- ✓ Nguyên tố dịch chuyển mạnh: Mo, Cr-Ni
- ✓ Yếu hơn là Cr, Mn, B
- ✓ Tổ hợp nguyên tố hợp kim > một nguyên tố hợp kim

www.themegallery.com

4. Ảnh hưởng đến giản đồ pha

Sự phân hóa đẳng nhiệt của Austenit quá nguội



Làm chậm tốc độ phân hóa Austentit dẫn đến đường cong C dịch sang phải làm giảm Vth: mạnh nhất là Mn; Cr+Ni

Độ thấm tôi tăng:

Có thể: Vth<Vkk dẫn đến tự tôi (tôi gió)

www.themegallery.com

4. Ảnh hưởng đến giản đồ pha

Ảnh hưởng của các nguyên tố hợp kim đến hình dạng của giản đồ pha

Ảnh hưởng đến vùng Austenit:

- Mn, Ni mở rộng vùng Aus, tức là thu hẹp vùng Ferit
- Cr thu hẹp Aus, mở rộng Ferrit

Các nguyên tố làm giảm hàm lượng C trong cùng tích, làm thay đổi nhiệt độ A_1, A_3, A_{cm},

www.themegallery.com

5. Ảnh hưởng đến công nghệ xử lý nhiệt

Ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến quá trình tôi, ram

- ✓ Nhiệt độ tôi của đa số các thép hợp kim cao hơn
- ✓ Điểm Ms, Mf thấp do đó lượng Austenit dư còn nhiều sau tôi
- ✓ Thép hợp kim cần ram ở nhiệt độ cao hơn
- ✓ Chuyển biến Aus dư thành Mactenxit ram ở nhiệt độ cao hơn

www.themegallery.com

5. Ảnh hưởng đến công nghệ xử lý nhiệt

Chuyển biến mactenxit

Hạ thấp Mđ và Mk sau tôi còn nhiều Au dư

Ưu điểm: ít biến dạng

Nhược điểm: không đạt được độ cứng max phải GCL hay ram nhiều lần

Chuyển biến khi ram

Đa số các nguyên tố HK có xu hướng cản trở sự tiết C ra khỏi M dẫn đến độ cứng cho thép ở nhiệt độ cao.

Cacbit HK tiết ra ở nhiệt độ cao hơn, phân tán, khó kết tụ dẫn đến hóa cứng phân tán.

www.themegallery.com

5. Ảnh hưởng đến công nghệ xử lý nhiệt

Ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến nhiệt luyện:

Chuyển biến nung nóng khi tôi

- Peclit → As, sau đó các loại cacbit hòa tan vào Austenit
- Cacbit hợp kim khó hòa tan vào Austenit hơn Xe dẫn đến tăng $T_{tôi}$

  +) Thép cacbon 1,00%: Fe_3C $T_{tôi}$ → 780^oC

  +) Thép hợp kim thấp 1,00%C + 1,5% Cr: $T_{tôi}$ ~ 830^oC

  +) Thép hợp kim thấp 1,00%C + 12% Cr: $T_{tôi}$ > 1000^oC
- Giữ hạt nhỏ: TiC, ZrC, NbC,VC tác dụng mạnh, VC, MoC yếu hơn. Riêng Mn làm to hạt. Các nguyên tố Cr, Ni, Si, Al trung tính.

www.themegallery.com

5. Ảnh hưởng đến công nghệ xử lý nhiệt

Khuyết tật của thép hợp kim

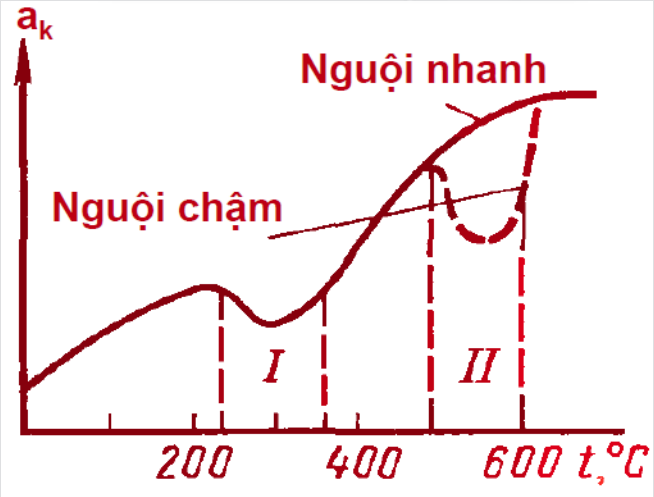
- Thiên tích
- Đốm trắng

5. Ảnh hưởng đến công nghệ xử lý nhiệt

Các khuyết tật của thép hợp kim

<u>Giòn ram loại 1</u> (280 – 350 ^{o}C):

M phân hủy không đồng nhất và cacbit tiết ra khỏi M tấm làm thép bị giòn



<u>Giòn ram loại 2</u> (500 – 600 ^{o}C):

Tiết ra các pha giòn ở biên giới hạt